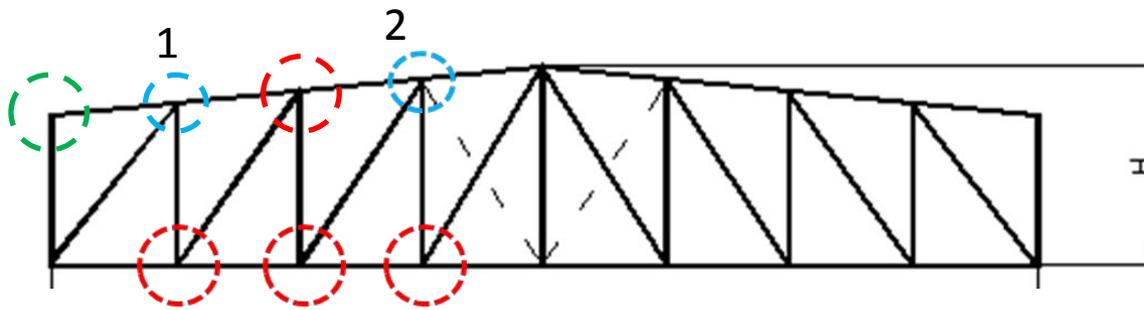
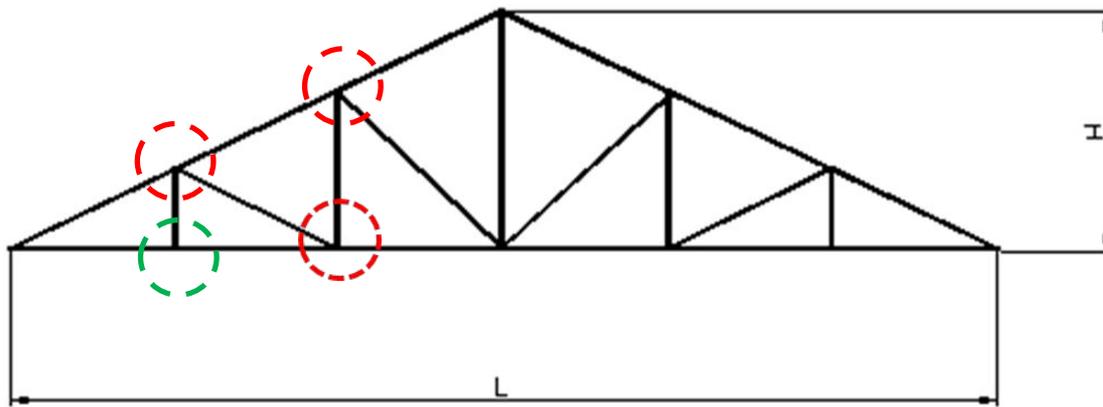


Тема практики : 3.4 Расчет и конструирование промежуточных узлов фермы

Где находятся промежуточные узлы?



 - стандарт  - особый  - простой

Стандартные (рядовые) узлы

Два варианта конструкции

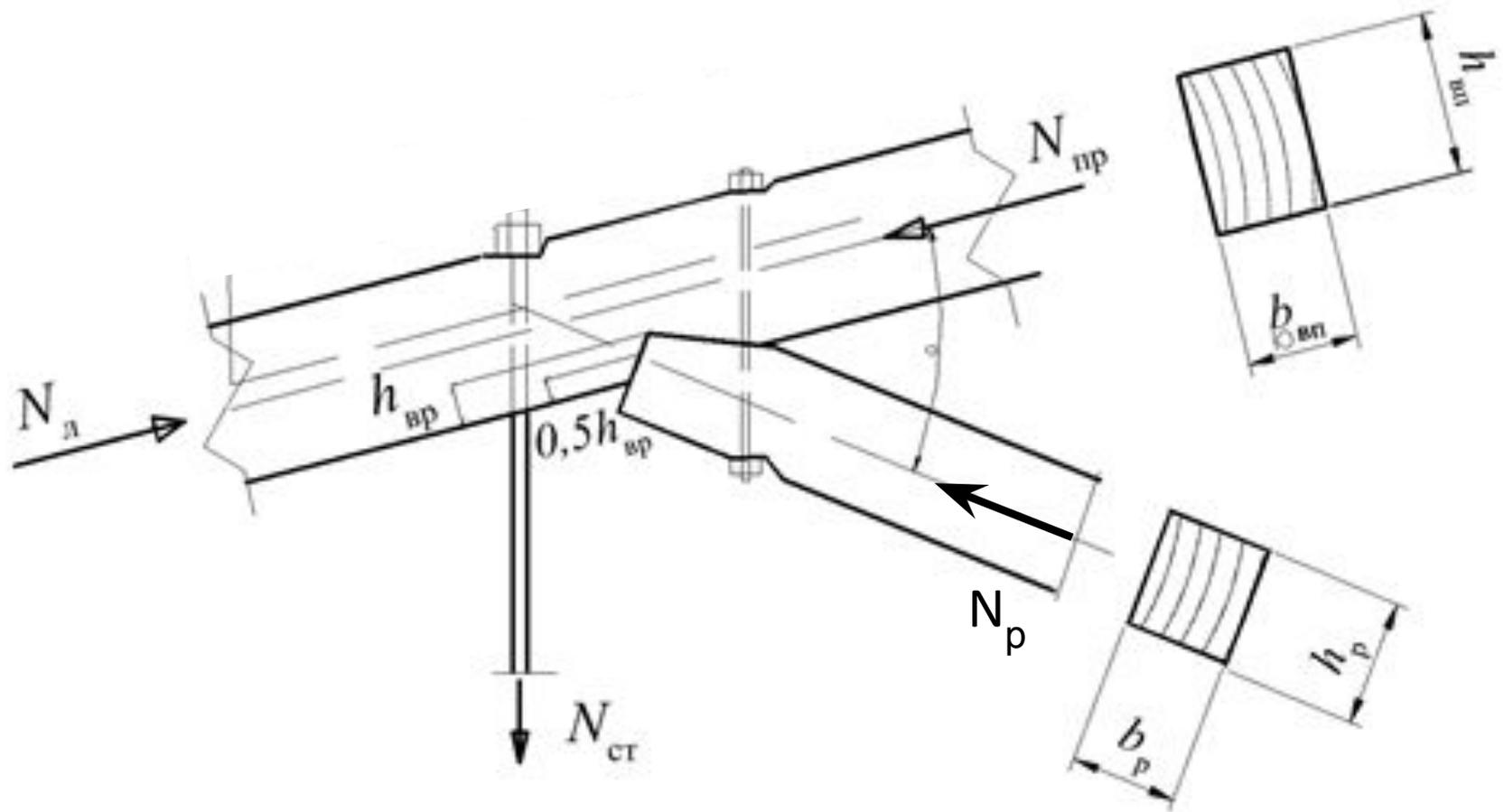
- Лобовая врубка
- Опорная подушка (колодка)

Лобовая врубка – простая, малый расход материалов, но осуществима не всегда – есть проверка на смятие, она может не проходить.

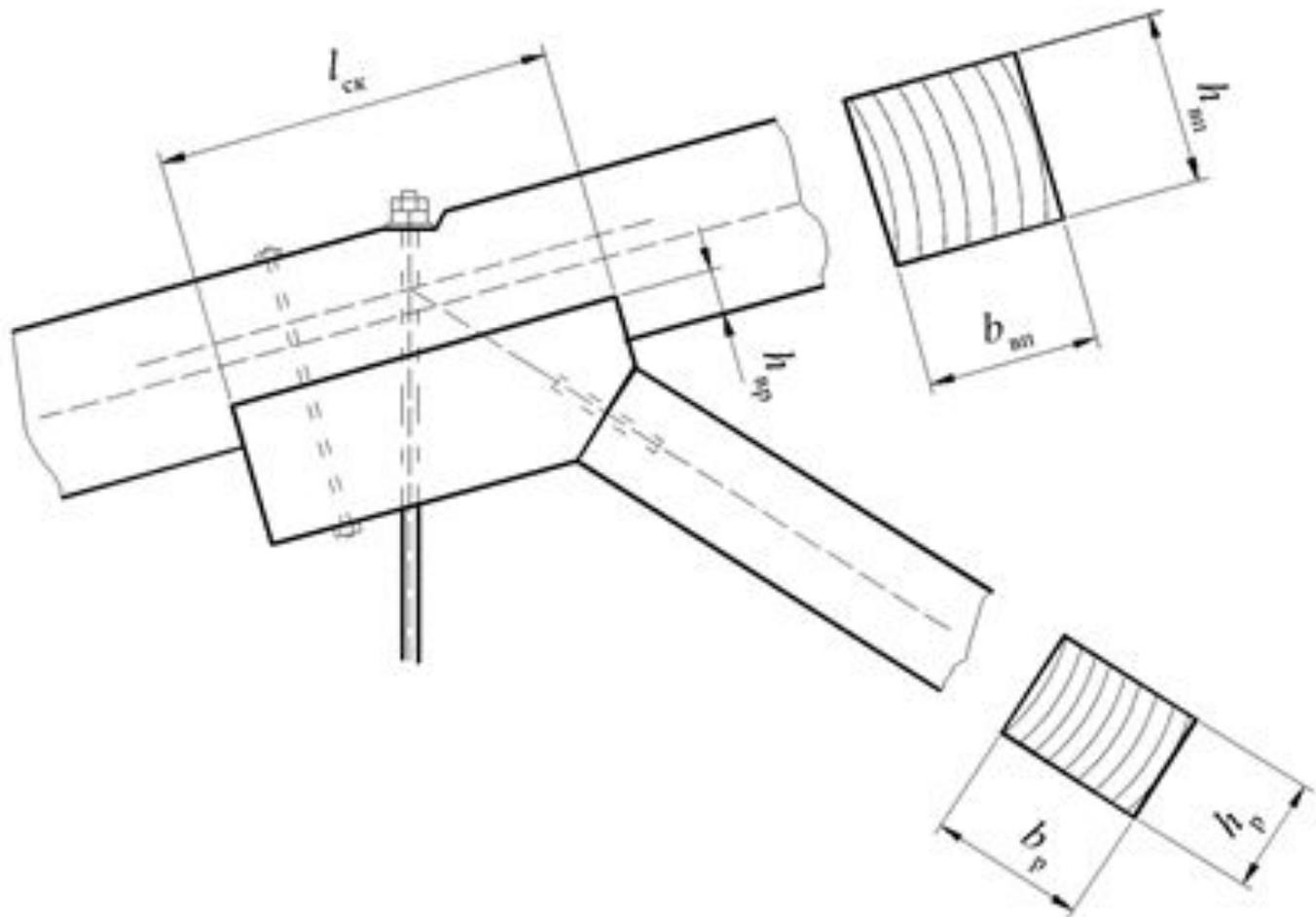
Опорная подушка – больший расход материалов, работа на смятие более эффективна, эта конструкция осуществима практически всегда.

Эти два типа конструкции вызывают ослабление сечения поясов (до 25%)

Узел на лобовой врубке

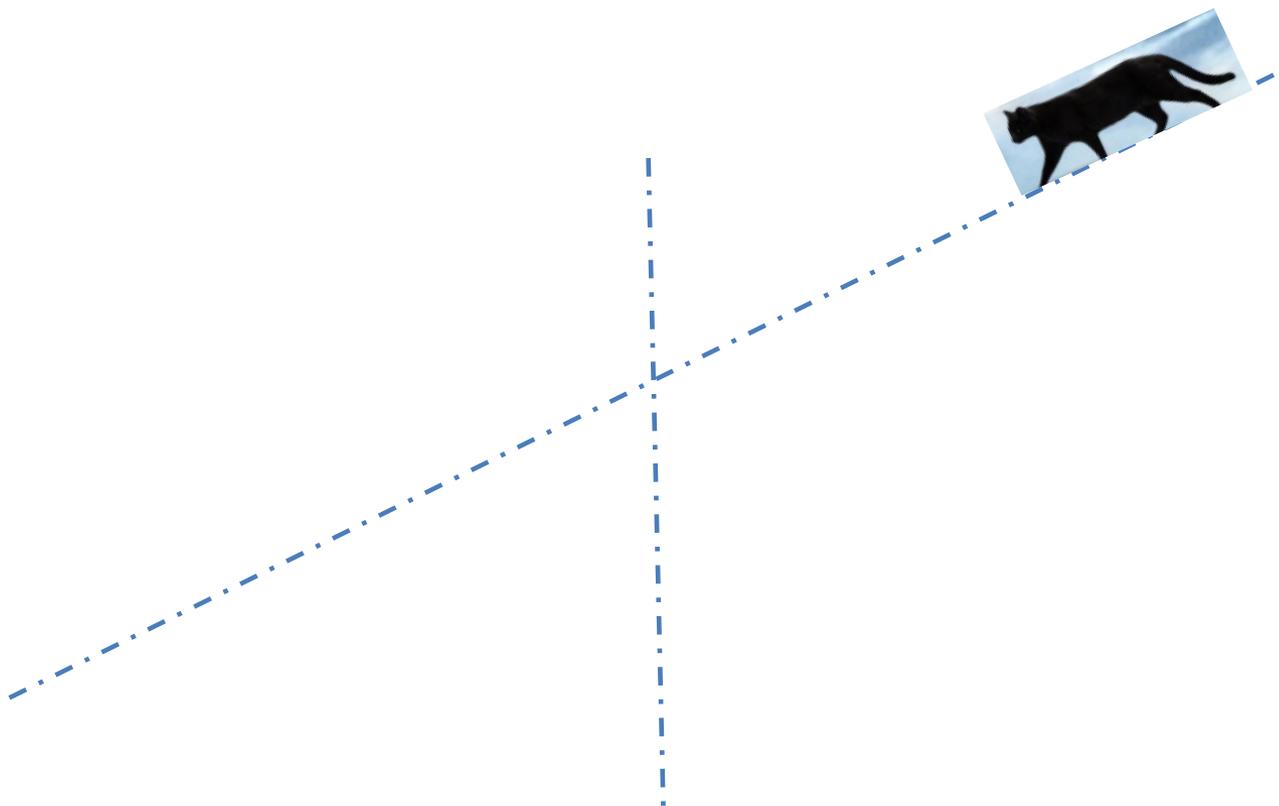


Узел на опорной подушке

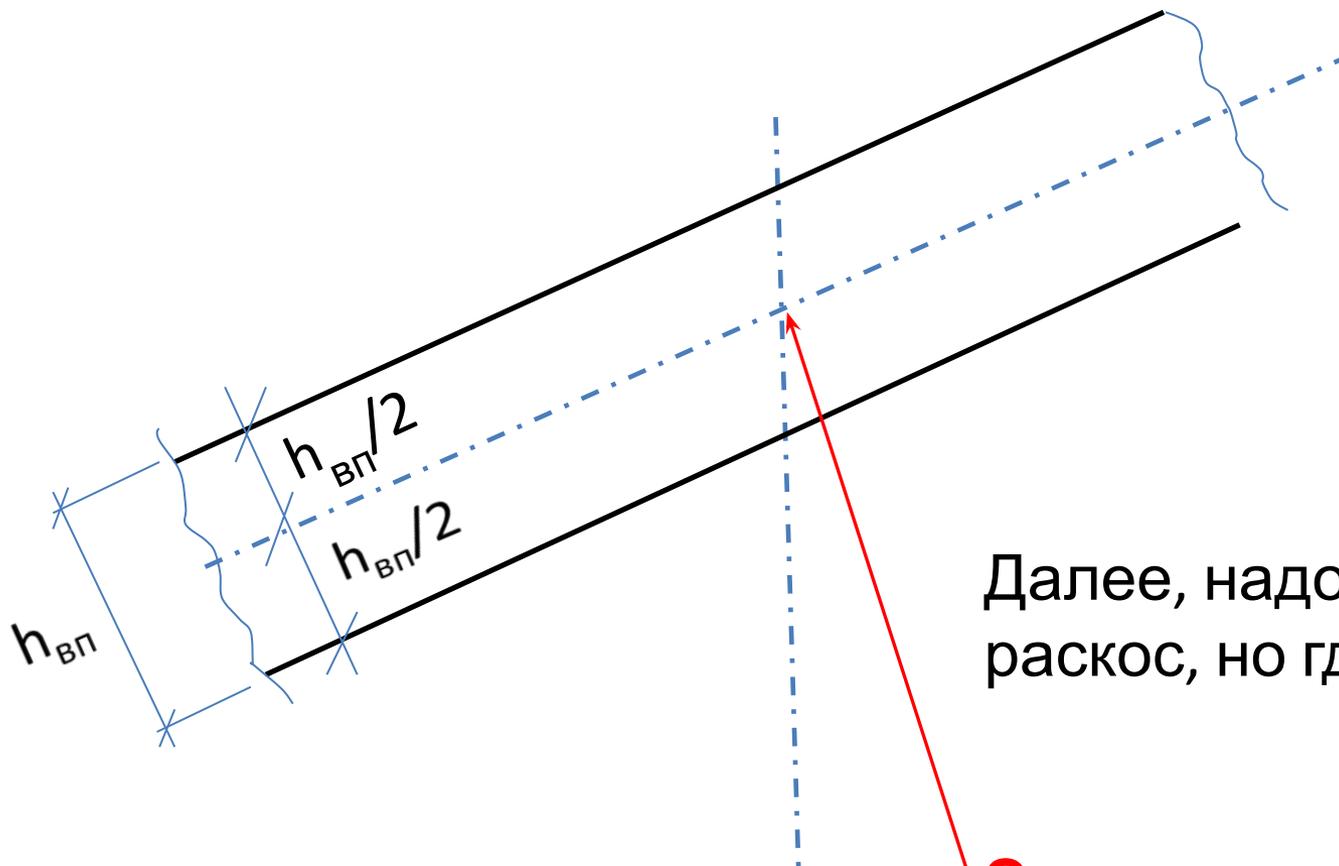


Последовательность конструирования узла на лобовой врубке (ферма треугольная, узел ВП)

1. Нанесем на рис. оси сечений элементов (без раскоса):



2. Наложим на ось сечение пояса (т.е. отложим от оси по половине высоты сечения пояса вверх и вниз)

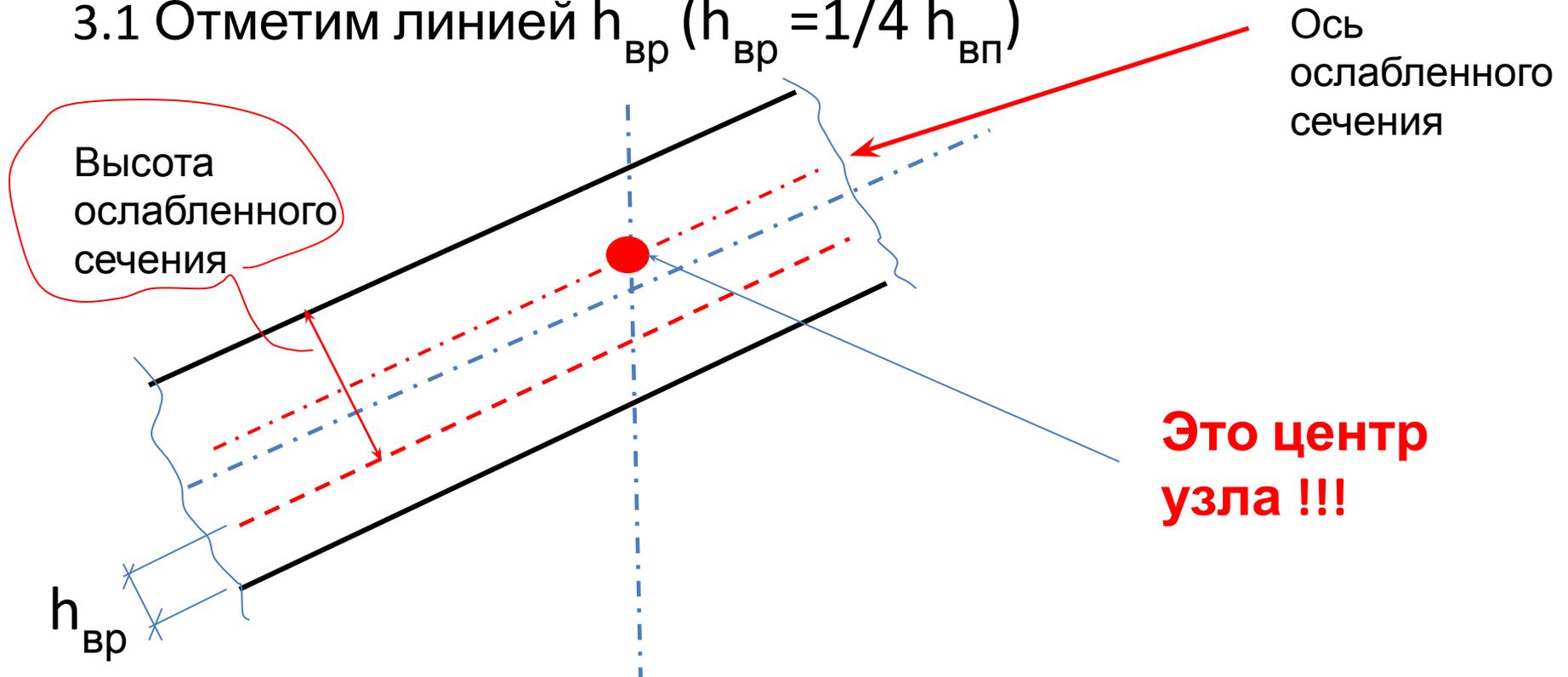


Далее, надо рисовать раскос, но где центр узла???

Это не центр узла!!!

3. Ищем центр узла (будем **центрировать узел по оси ослабленного сечения**)

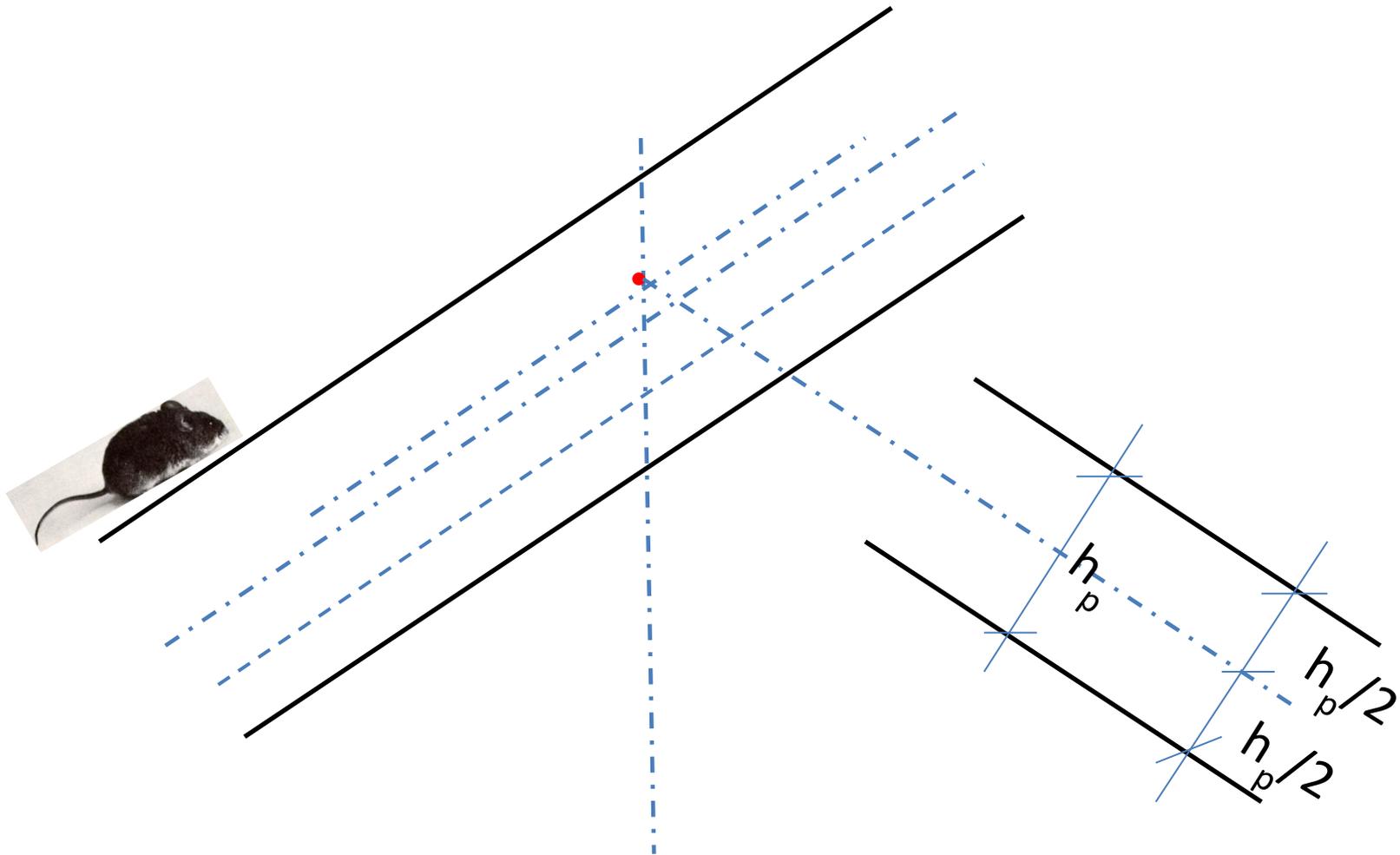
3.1 Отметим линией $h_{вр}$ ($h_{вр} = 1/4 h_{вп}$)



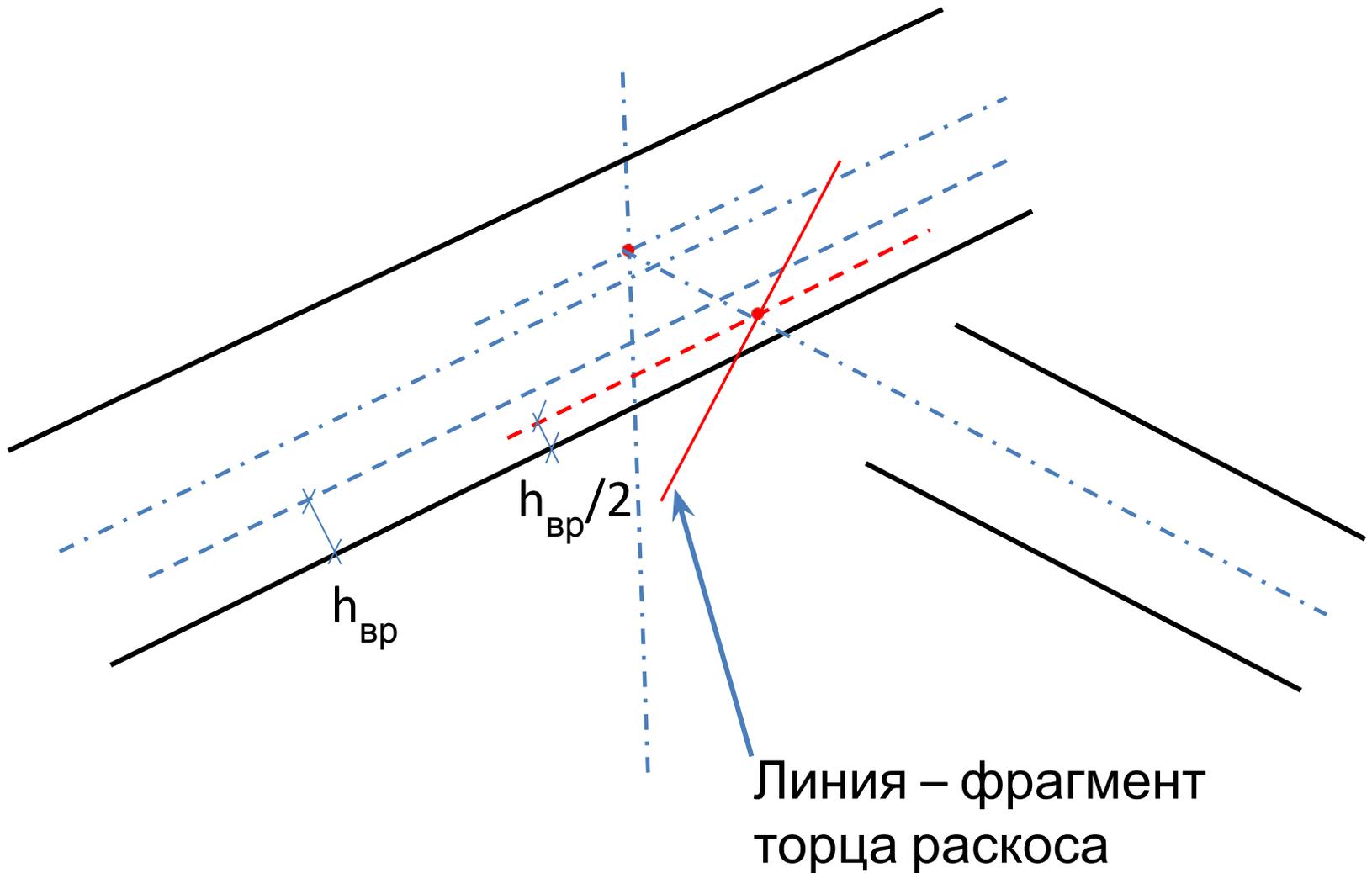
3.2 Высоту ослабленного сечения делим пополам – проводим ось

ослабленного сечения. Центруем узел по оси ослабленного

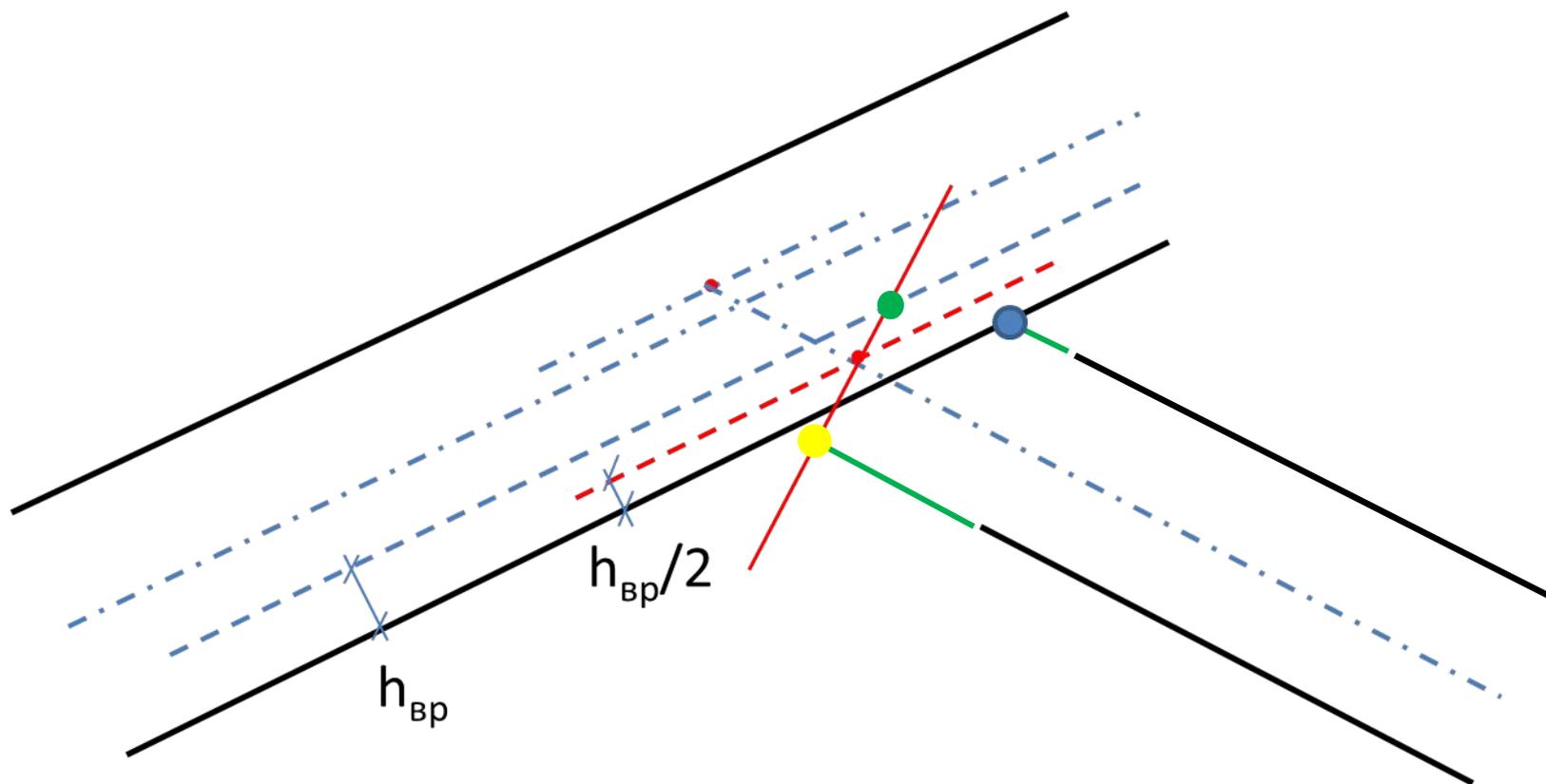
4. Из центра узла пустим ось раскоса и на нее наложим сечение раскоса



5. Проведем линию $h_{вр}/2$ и отметим ее пересечение с осью раскоса линией \perp оси раскоса – это **фрагмент торца раскоса**



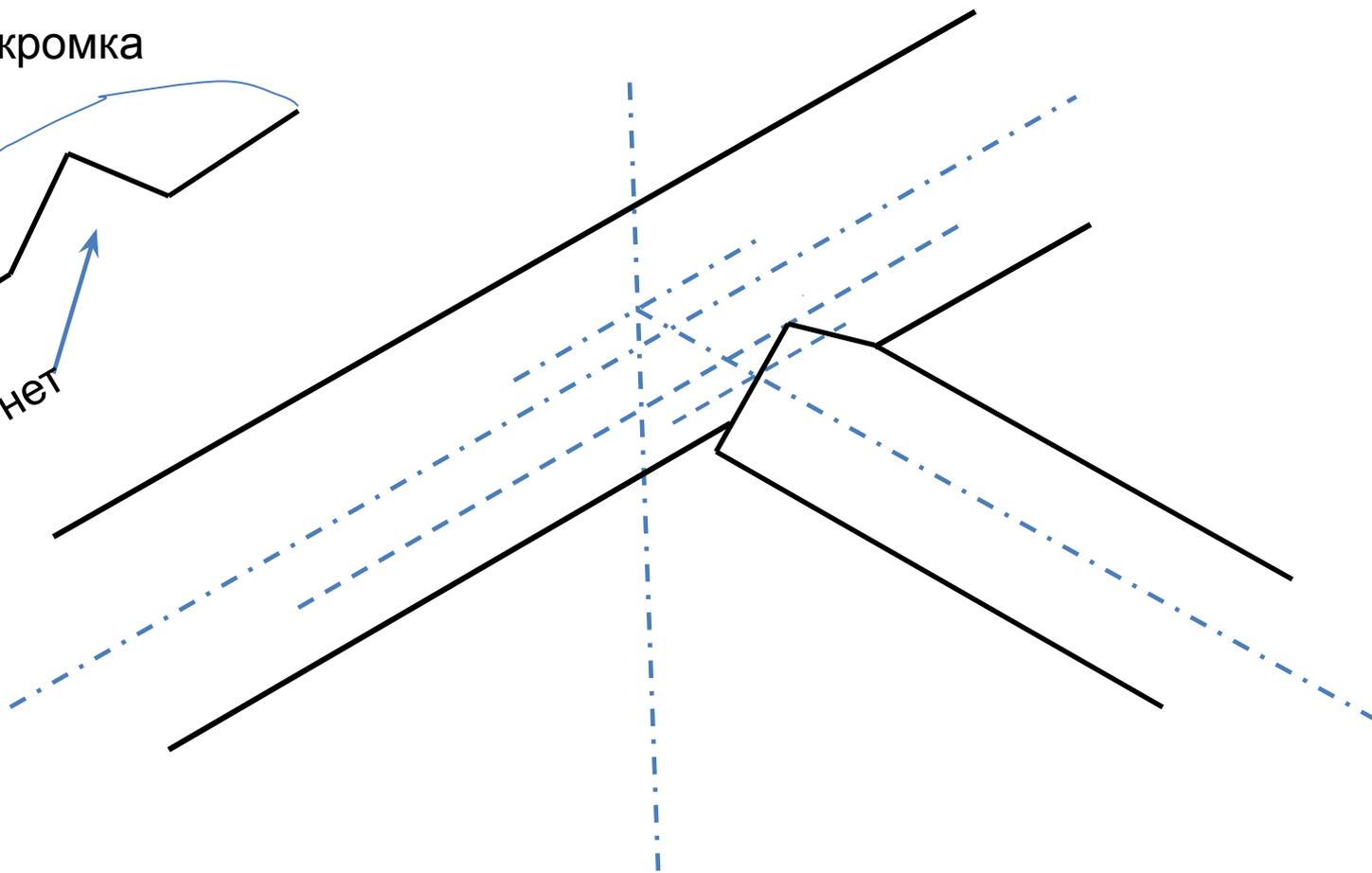
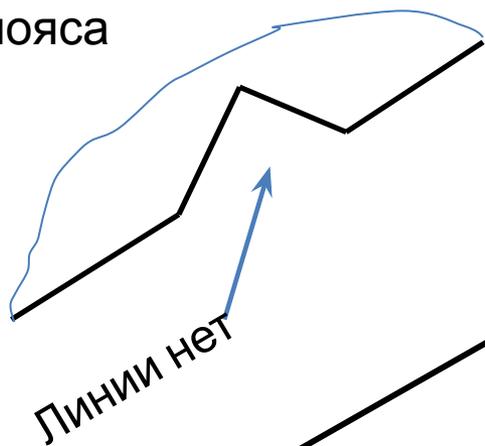
6. Нижнюю кромку раскоса доведем до касания с торцом ● , а верхнюю кромку раскоса до касания с нижней кромкой пояса ●



6.1 Отметим точку на пересечении торца раскоса и линии ●
 $h_{вр}$

7. Соединяем точки ● ● ● , убираем внутреннюю
линию -
в поясе выемка (врубка) поэтому этой линии нет

Нижняя кромка
пояса

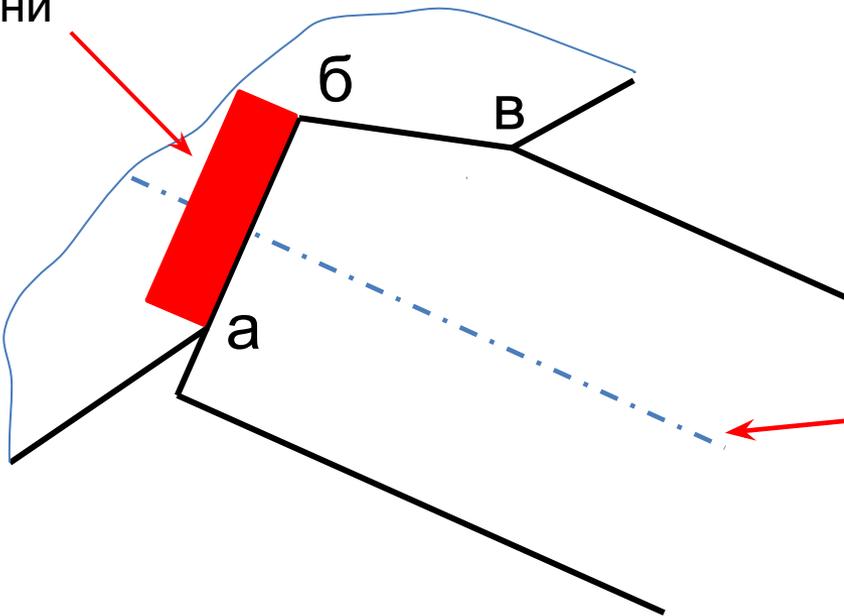


7.1 Мысли о лобовой врубке

Лобовая врубка имеет две поверхности:

- а-б - рабочая поверхность (смятие, проверка на смятие)
- б-в - эта поверхность не участвует в работе узла

Напряжени
я
смятия
(под α)



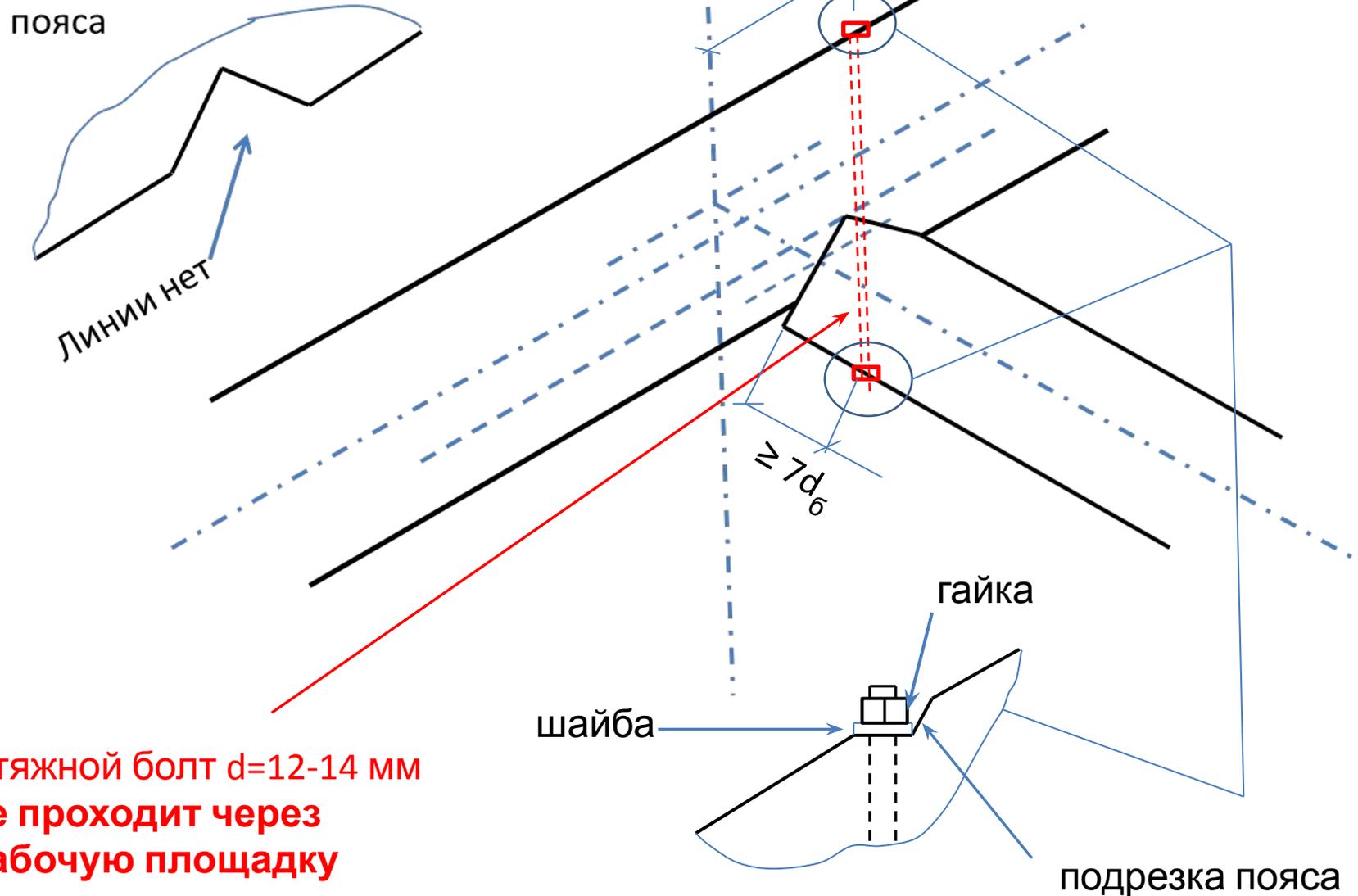
**Для какого
элемента
(раскоса или
пояса)
смятие опаснее???**

Ось раскоса (а
значит и усилие в
раскосе)
попадает на ЦЕНТР
рабочей площадки !!!

8. Зафиксируем раскос относительно пояса стяжным болтом,

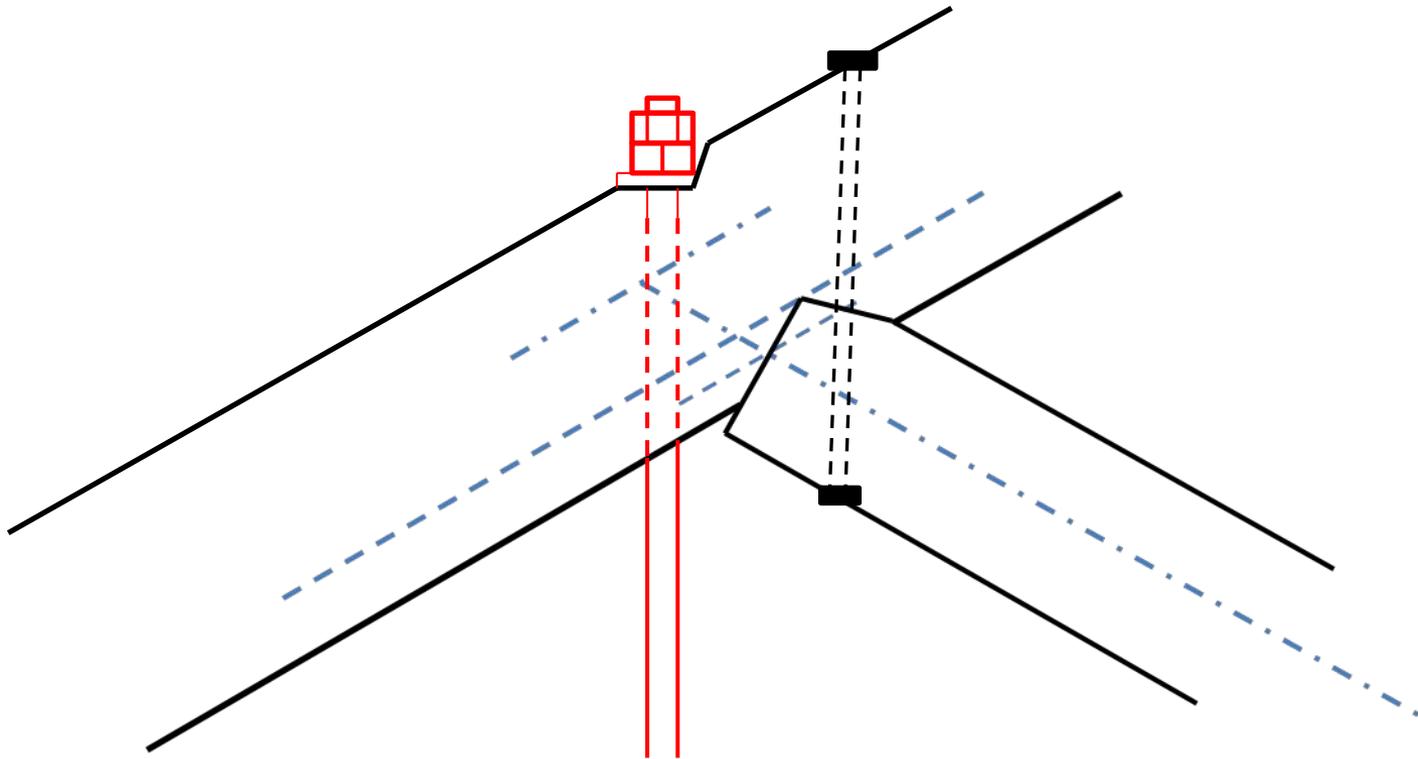
стяжной болт – конструктивный элемент

Нижняя кромка
пояса

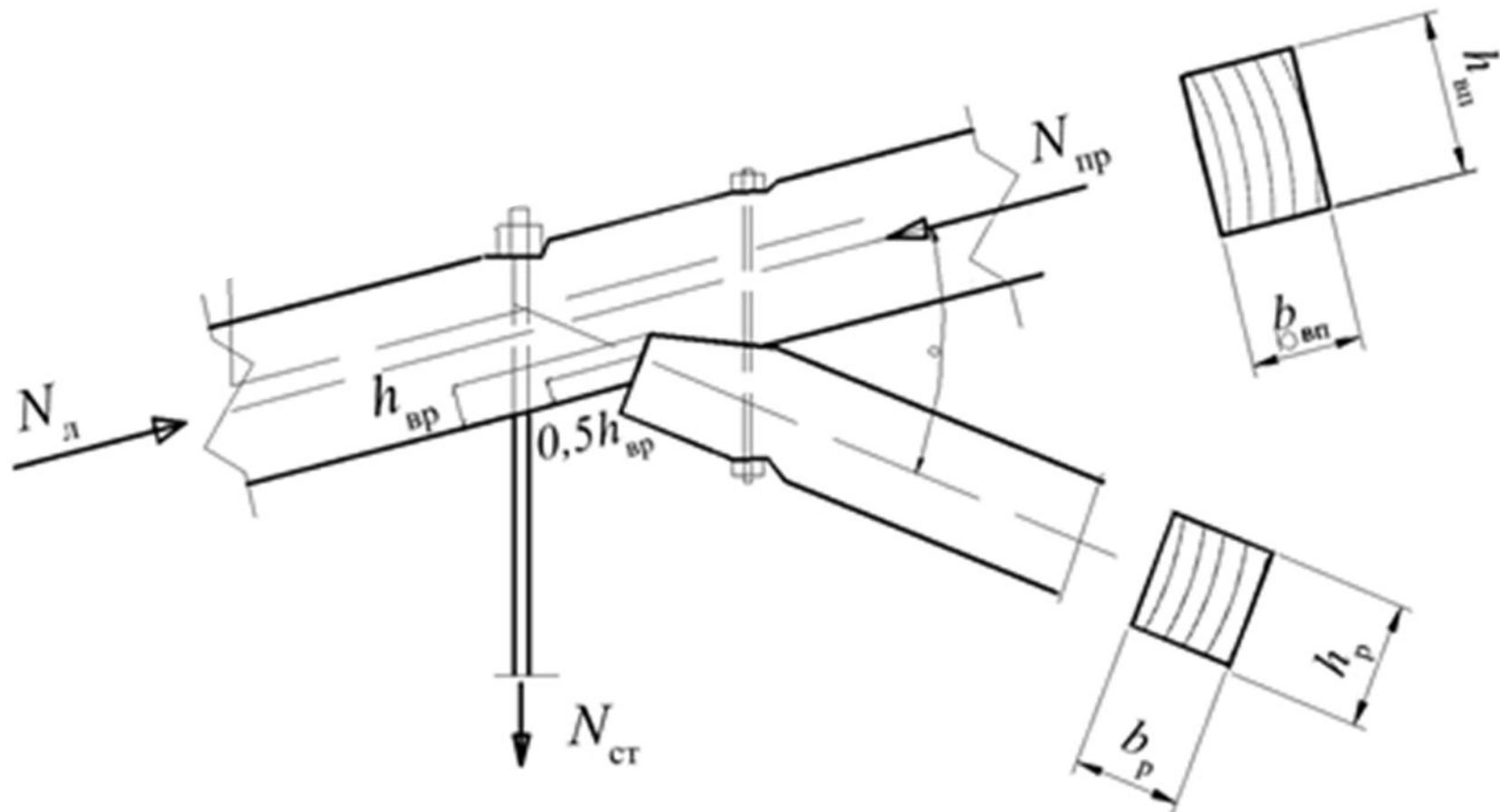


**Стяжной болт $d=12-14$ мм
не проходит через
рабочую площадку**

9. Нарисуем стойку, сверху – шайба (по расчету) и две гайки (вторая – контргайка)



10. Узел сконструирован



Расчет узла на лобовой врубке

1. Проверка прочности на смятие по рабочей площадке

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{N_p}{A_{\text{см}}} = \frac{N_p \cdot \cos \alpha}{b_{\text{вп}} \cdot h_{\text{вр}}} \leq R_{\text{см}\alpha}$$

Длина площадки а-б есть $h_{\text{вр}} / \cos \alpha$, поэтому $A_{\text{см}} = b_{\text{вп}} \cdot \frac{h_{\text{вр}}}{\cos \alpha}$
(Для определения $R_{\text{см}\alpha}$ применяем формулы следующего слайда)

Если проверка не проходит – лобовая врубка неосуществима!!!



Переходим к конструкции на опорной подушке

$$R_{\text{CM}\alpha} = R_{\text{CM}\alpha}^A m_{\text{дл}} \Pi(m_B)$$

$$R_{\text{CM}\alpha}^A = \frac{R_{\text{CM}}^A}{1 + \left(\frac{R_{\text{CM}}^A}{R_{\text{CM}90}^A} - 1 \right) \sin^3 \alpha}$$

$$R_{\text{CM}}^A = 210 \text{ (240) } \text{ кг/см}^2$$

$$R_{\text{CM}90}^A = 27 \text{ кг/см}^2$$

2. Определим минимальную площадь шайбы под стойкой

- $$A_{\text{ш}} = \frac{N_{\text{ст}}}{R_{\text{см90}}} + A_{\text{ст}}$$

здесь:

$N_{\text{ст}}$ - усилие в стойке

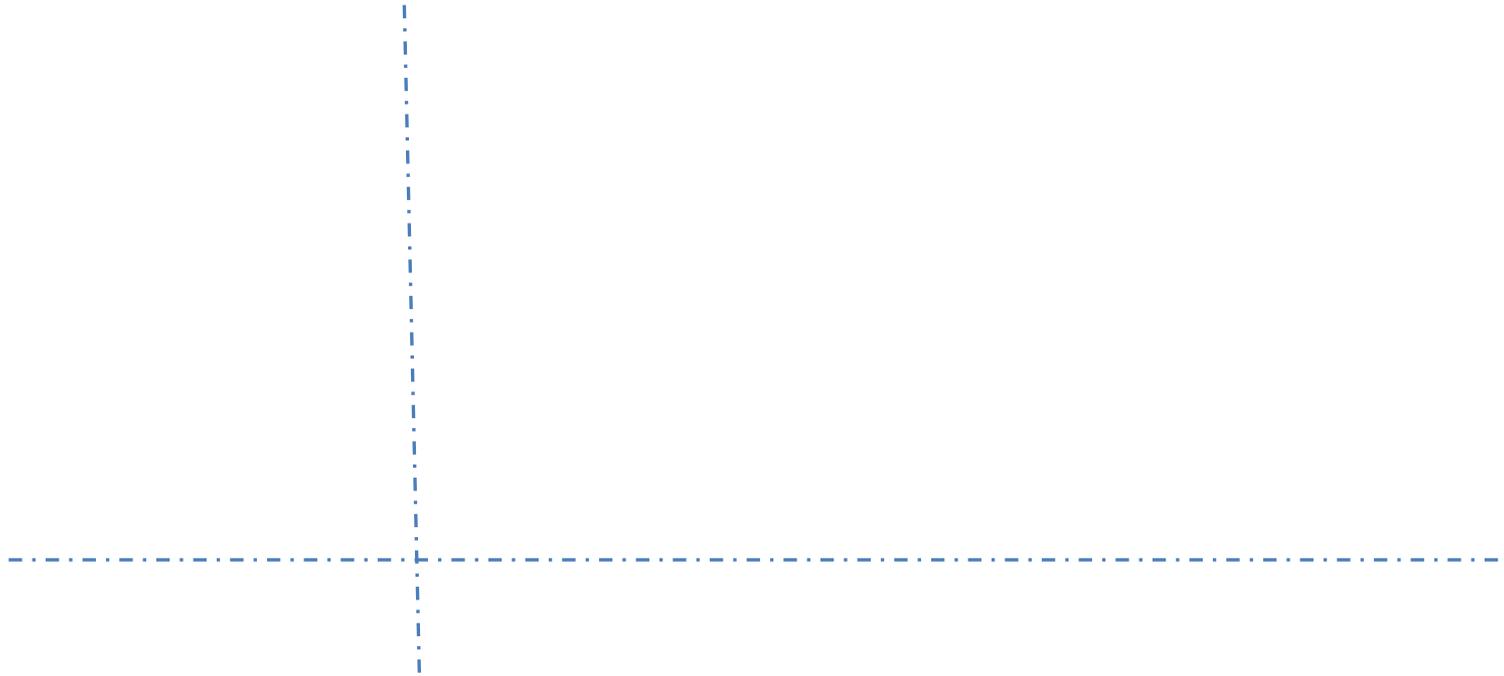
$R_{\text{см90}}^A$ — расчетное сопротивление древесины смятию под шайбами (СП 64.13330.2017 ДК) = 60 кг/см²

$A_{\text{ст}}$ — площадь поперечного сечения стойки

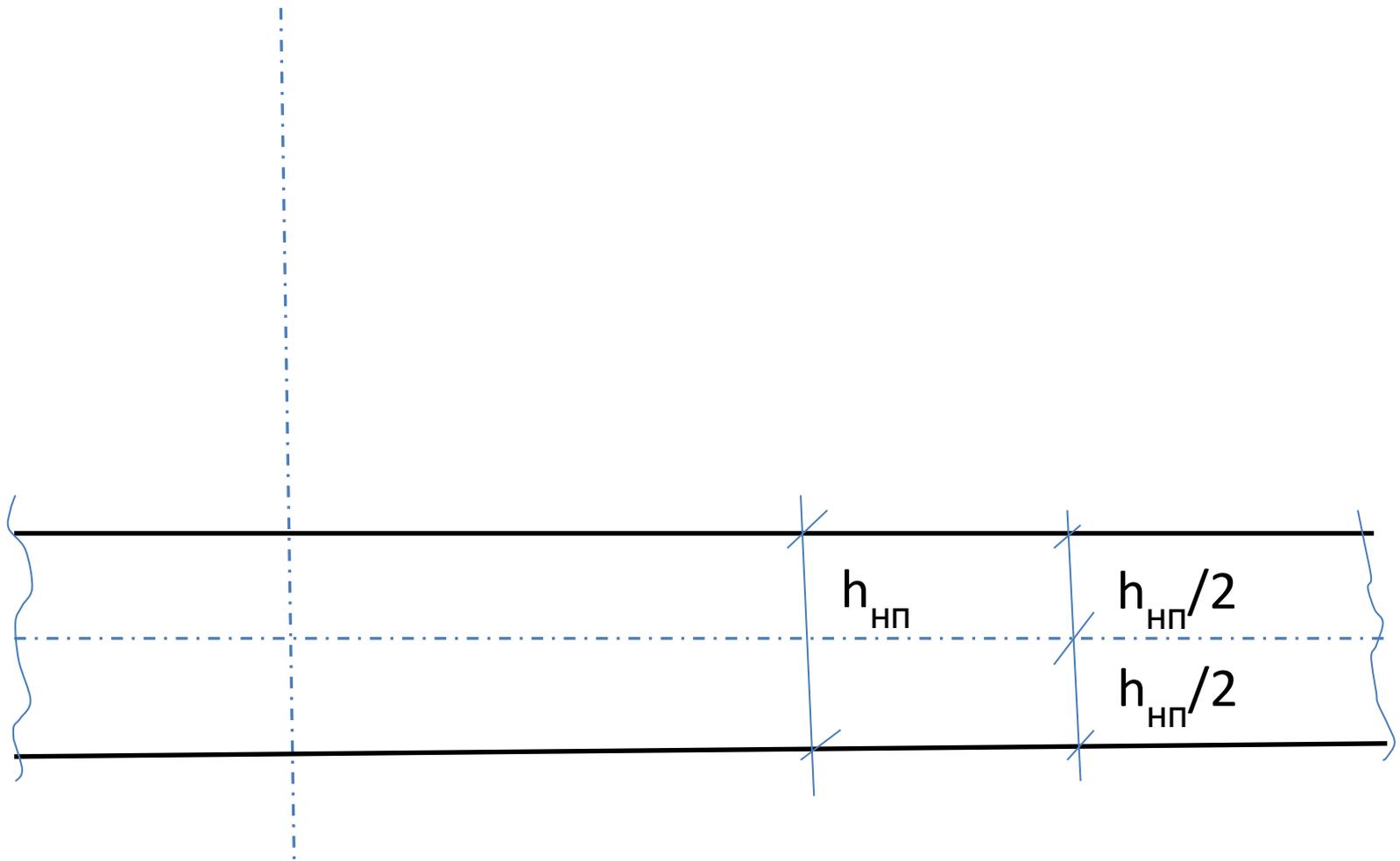
$$R_{\text{см90}} = R_{\text{см90}}^A m_{\text{дл}} \Pi(m_{\text{в}})$$

Последовательность конструирования узла на опорной подушке (ферма полигональная, узел НП)

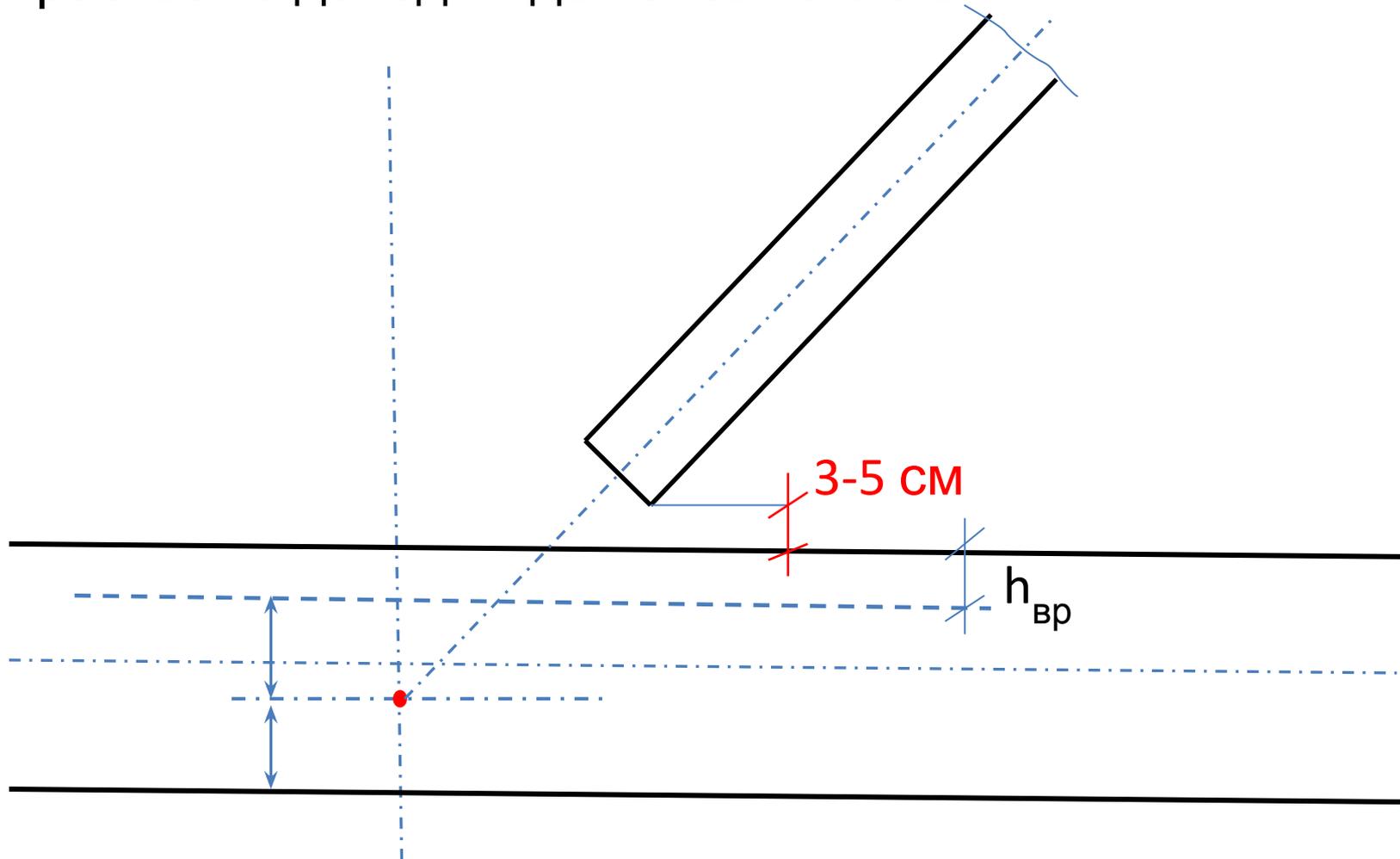
1. Нанесем на рис. оси сечений элементов (без раскоса):



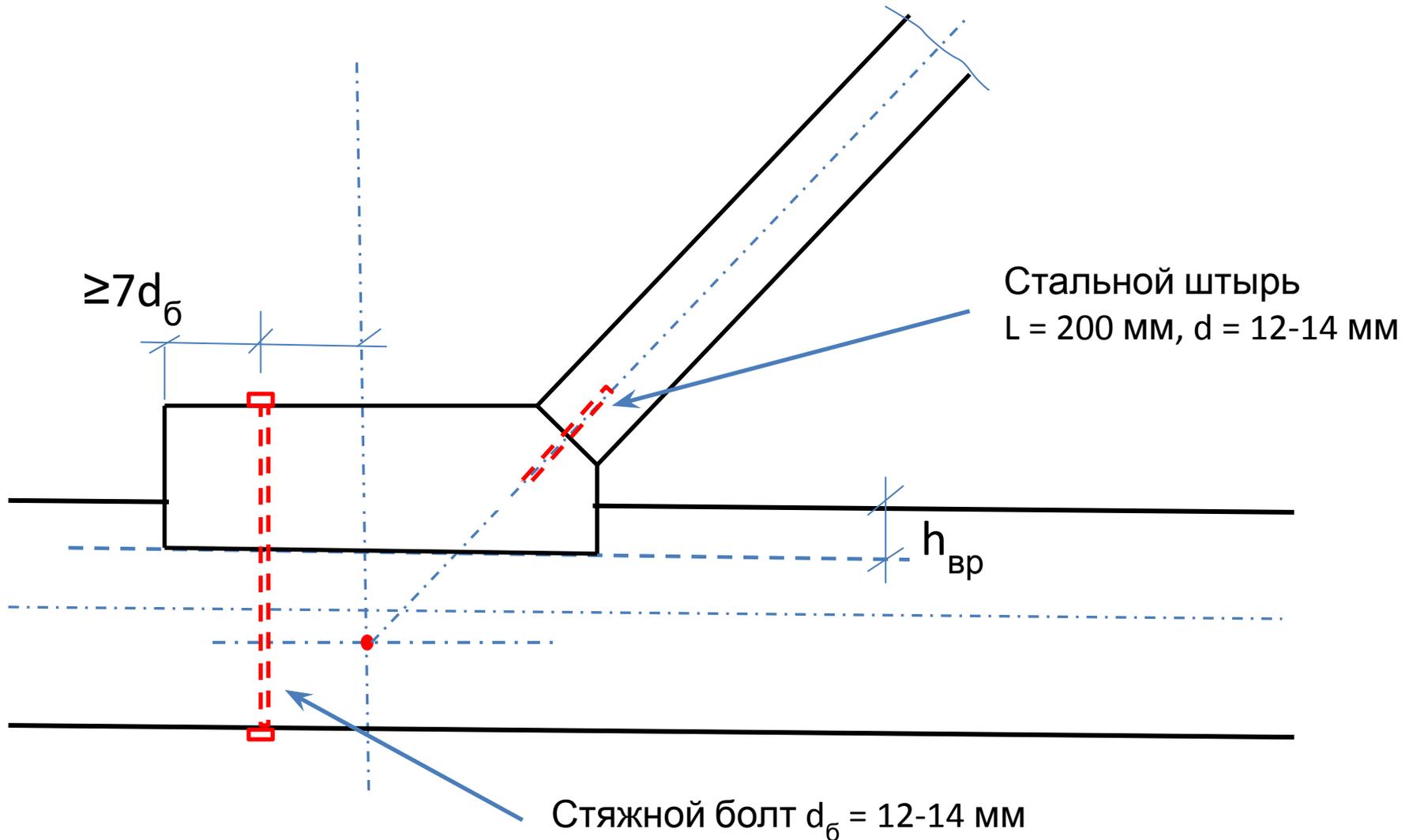
2. Наложим на ось сечение пояса (т.е. отложим от оси по половине высоты сечения пояса вверх и вниз)



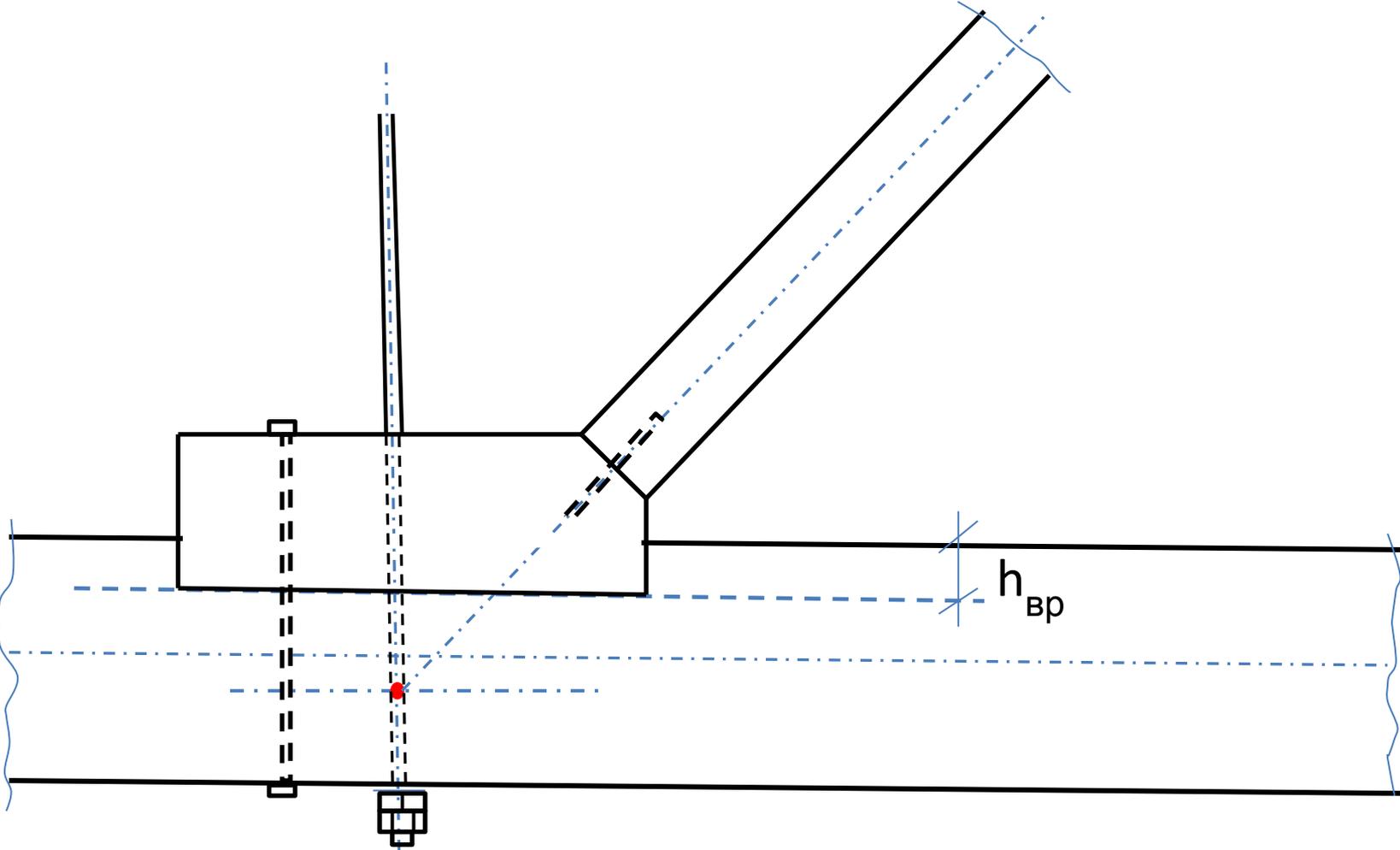
3. Центруем узел по оси ослабленного сечения, проводим ось раскоса, накладываем сечение раскоса, раскос не доводим до пояса на 3-5 см



5. Фиксируем раскос относительно подушки (штырь $d = 12-14$ мм), подушку относительно пояса (стяжной болт $d = 12-14$ мм)



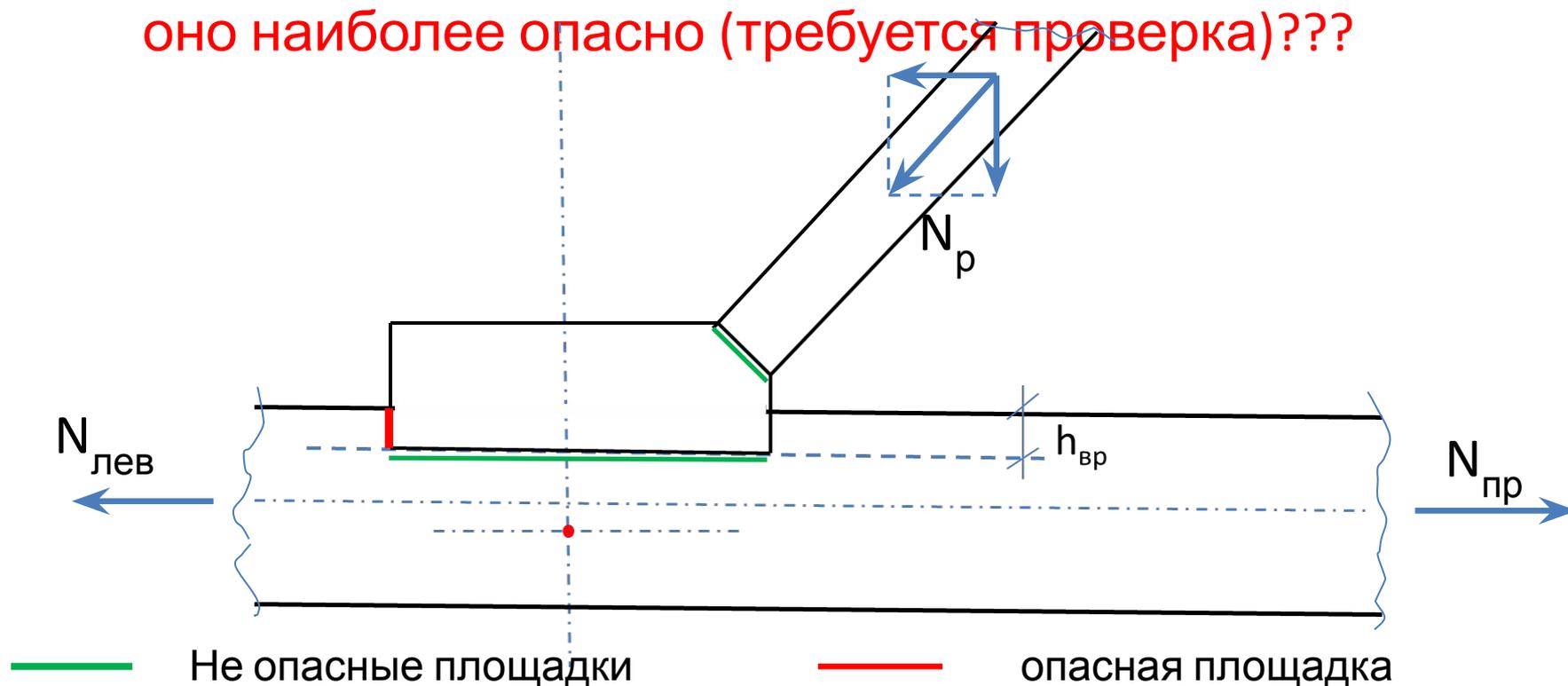
6. Рисуем стойку, шайбу, две гайки



Расчет узла на опорной подушке

1. Проверка прочности на смятие.

Вопрос – где в такой конструкции возникает смятие, и где оно наиболее опасно (требуется проверка)???



$$\sigma = \frac{|N_{\text{лев}} - N_{\text{пр}}|}{b_{\text{нп}} \cdot h_{\text{вр}}} \leq R_{\text{см}} ; \quad R_{\text{см}} = R_{\text{см}}^A m_{\text{дл}} \Pi(m_{\text{в}})$$

$$R_{\text{см}}^A = 210 \text{ (240) кг/см}^2$$

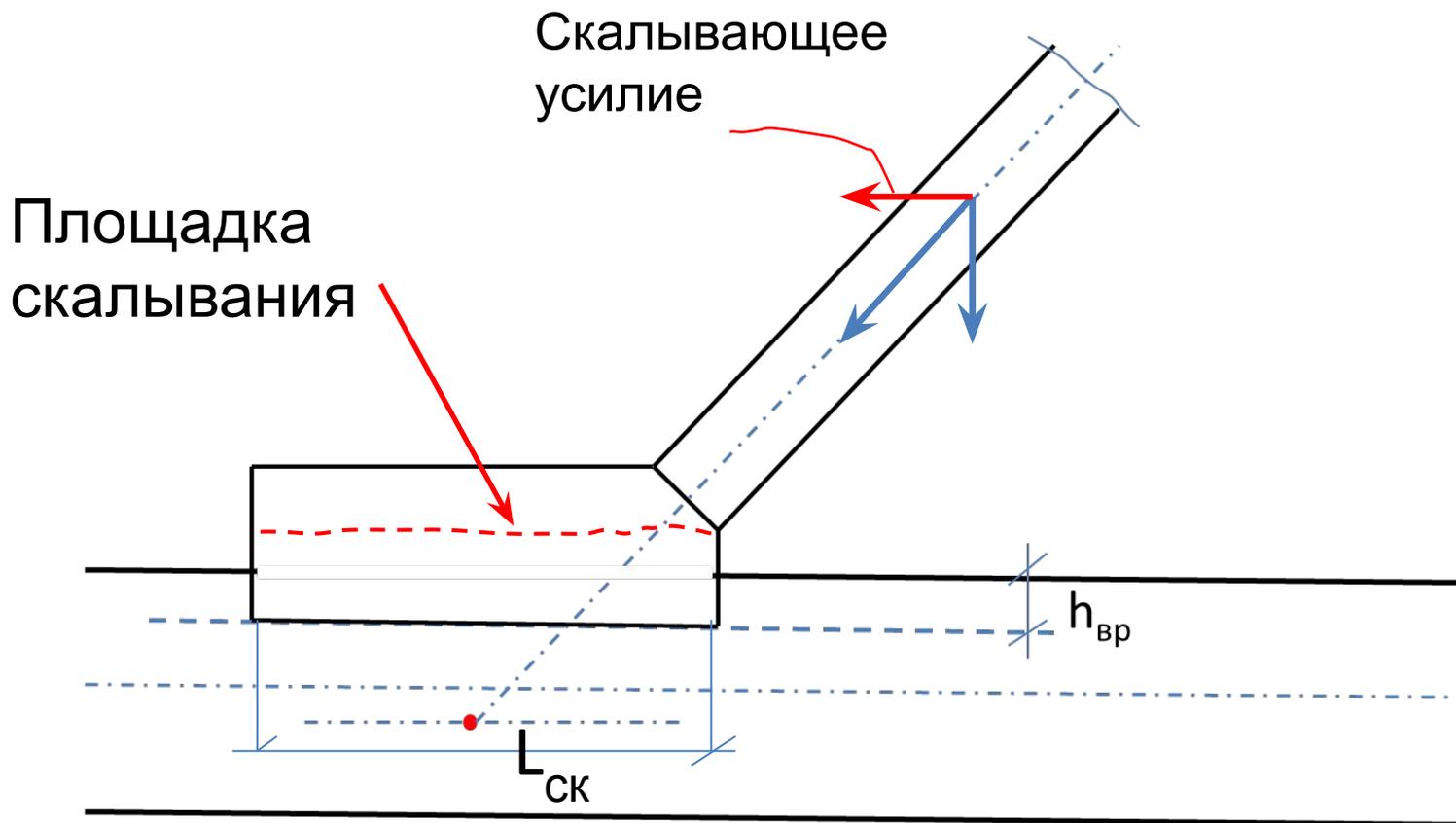
2. Проверка прочности на скалывание – определение безопасной длины опорной подушки

Вопрос – что может вызвать скалывание (раскалывание) опорной подушки???

Горизонтальная оставляющая усилия в раскосе....  **равная** **$|N_{\text{лев}} - N_{\text{пр}}|$**

Вопрос – как происходит скалывание, где расположена площадка скалывания ????

(найдем там напряжения и сравним с $R_{\text{ск}}$)



$$\tau = \frac{|N_{лев} - N_{пр}|}{b_{нп} \cdot L_{СК}} \leq R_{СК};$$

$$R_{СК} = R_{СК}^A m_{дл} \Pi(m_B)$$

$$R_{СК}^A = 36 \text{ кг/см}^2$$

- $L_{СК} \geq \frac{|N_{лев} - N_{пр}|}{b_{НП} \cdot R_{СК}}$ - это значение $L_{СК}$ по расчету (1)

- Есть конструктивное требование $L_{СК} \geq 1,5h_{НП}$ (2)

- Кроме того, $L_{СК}$ - должно быть достаточно для размещения

стяжного болта (3)

Из трех значений $L_{СК}$ выбираем большее... (и чертим!!!!)

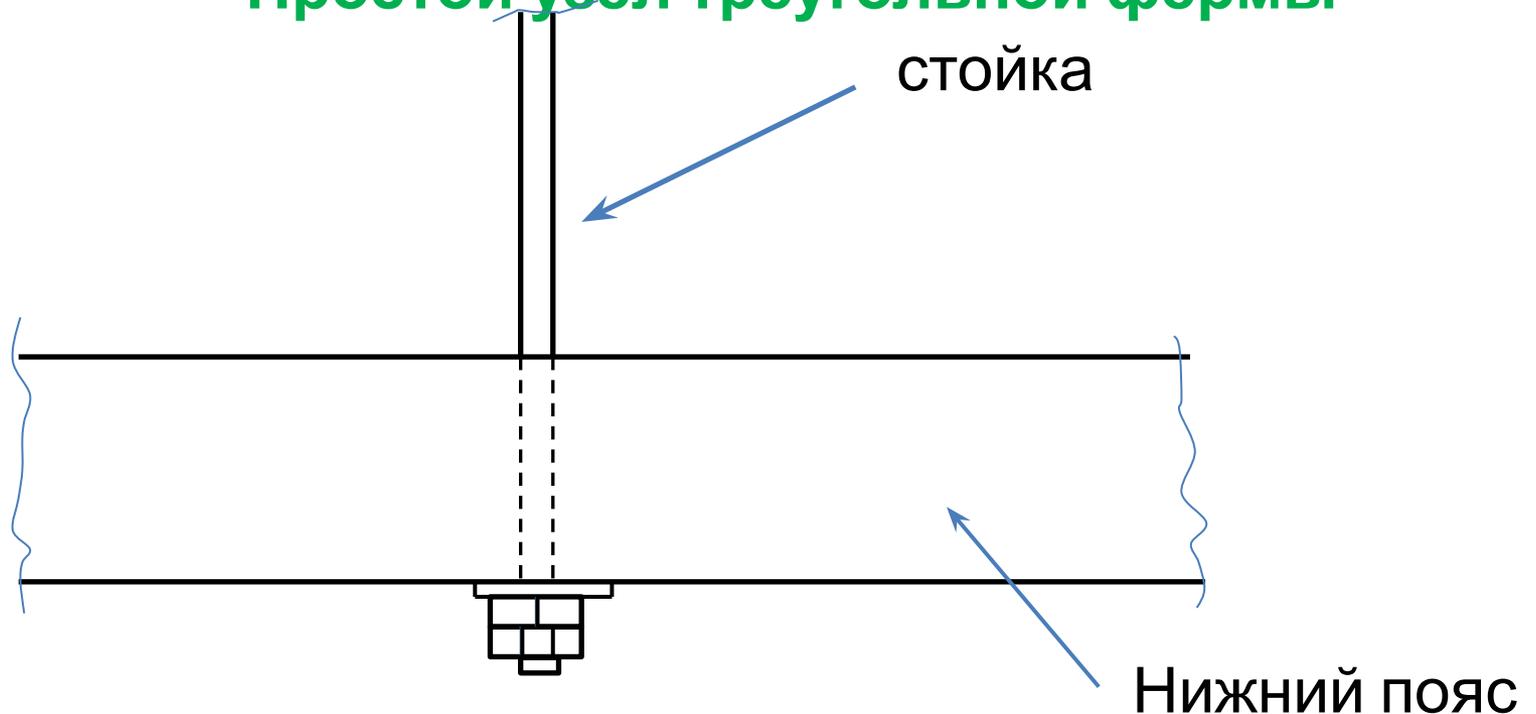
3. Определим минимальную площадь шайбы под стойкой

(полная аналогия с узлом на лобовой врубке)

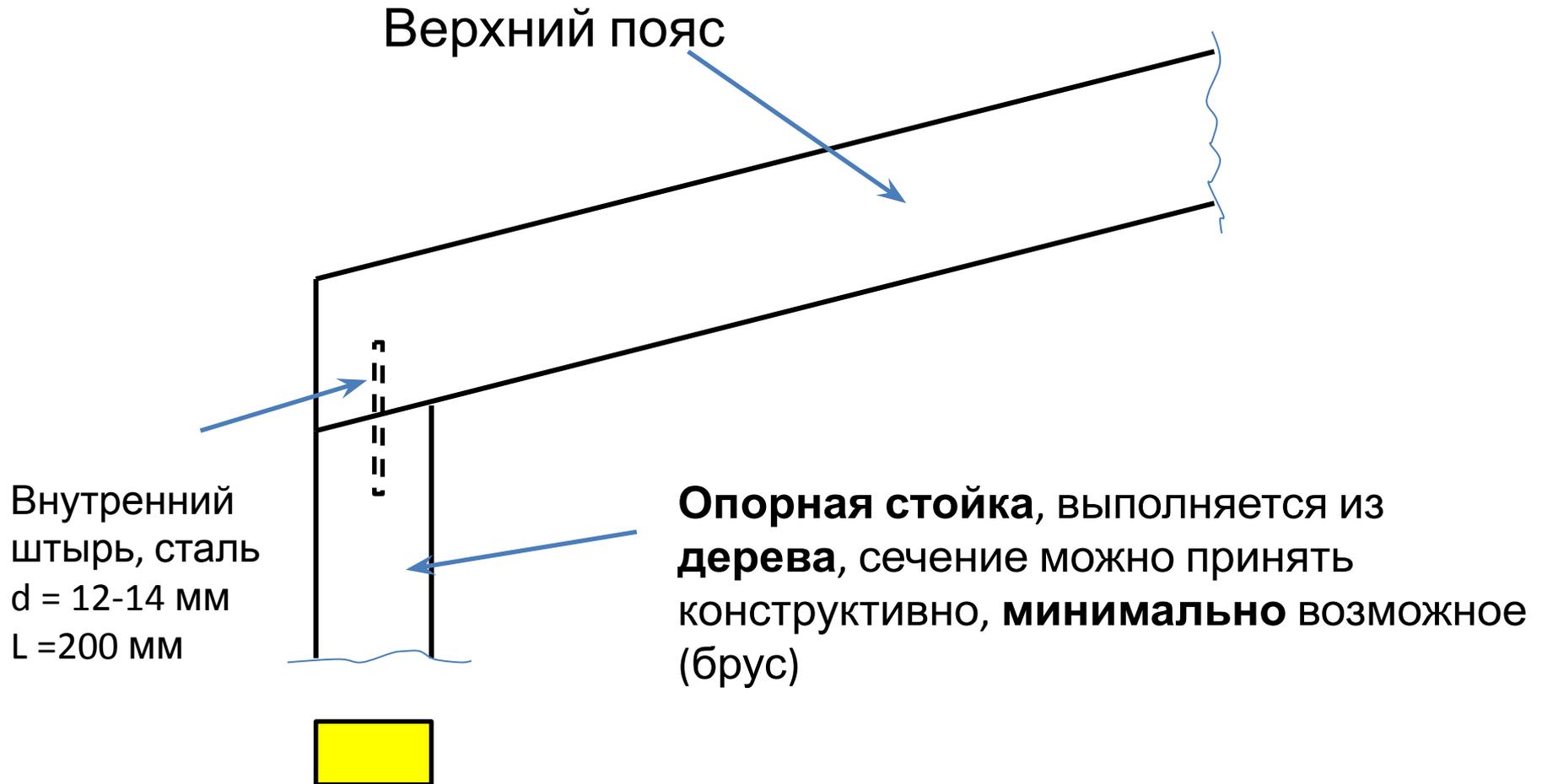
Особые и простые узлы

Главное их отличие от стандартных (рядовых) – **нет расчета** (только конструирование или **черчение**). Для простых узлов это естественное условие, для особых – упрощение курсовика

Простой узел треугольной фермы



Простой узел полигональной фермы



Особый узел №1 полигональной фермы

Этот узел получил спец. название – «**переломный узел**», чрезвычайно **ответственный элемент**, усилия велики, стандартными типами конструкций его не решить –

См. наш курс в MOODLE – пояснения к заданию №6, там приведены 2 возможных варианта (стр. 42 рис.24 а, б из пособия: Д.Б.Кауфман «Деревянные конструкции» ЛПИ 1976)
выбрать один, **начертить СВОЙ аналог.....без расчета!!!**

Особый узел №2 полигональной фермы

Отличие от стандартного узла – примыкание двух раскосов,

один из них – встречный раскос

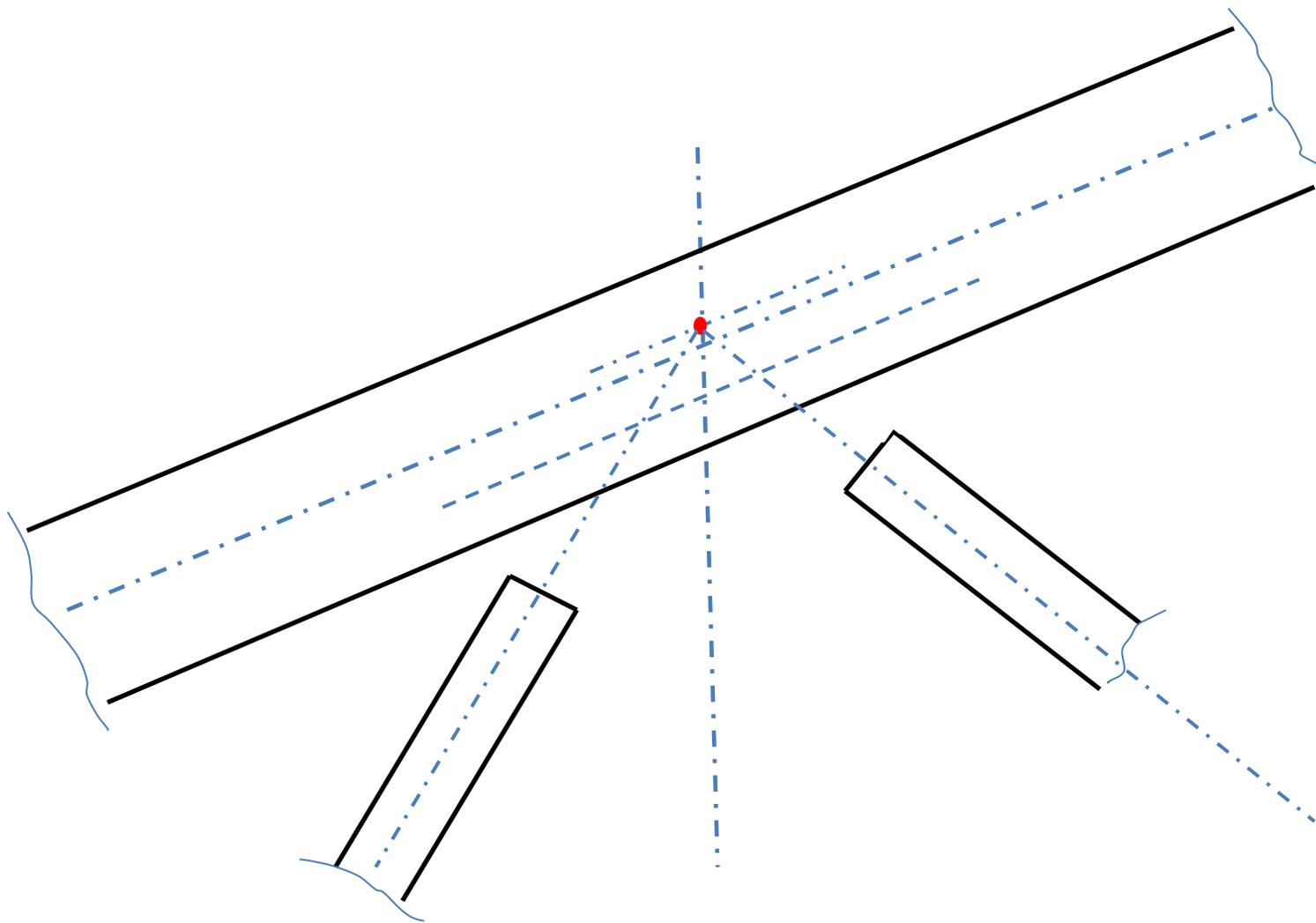
Обычный раскос



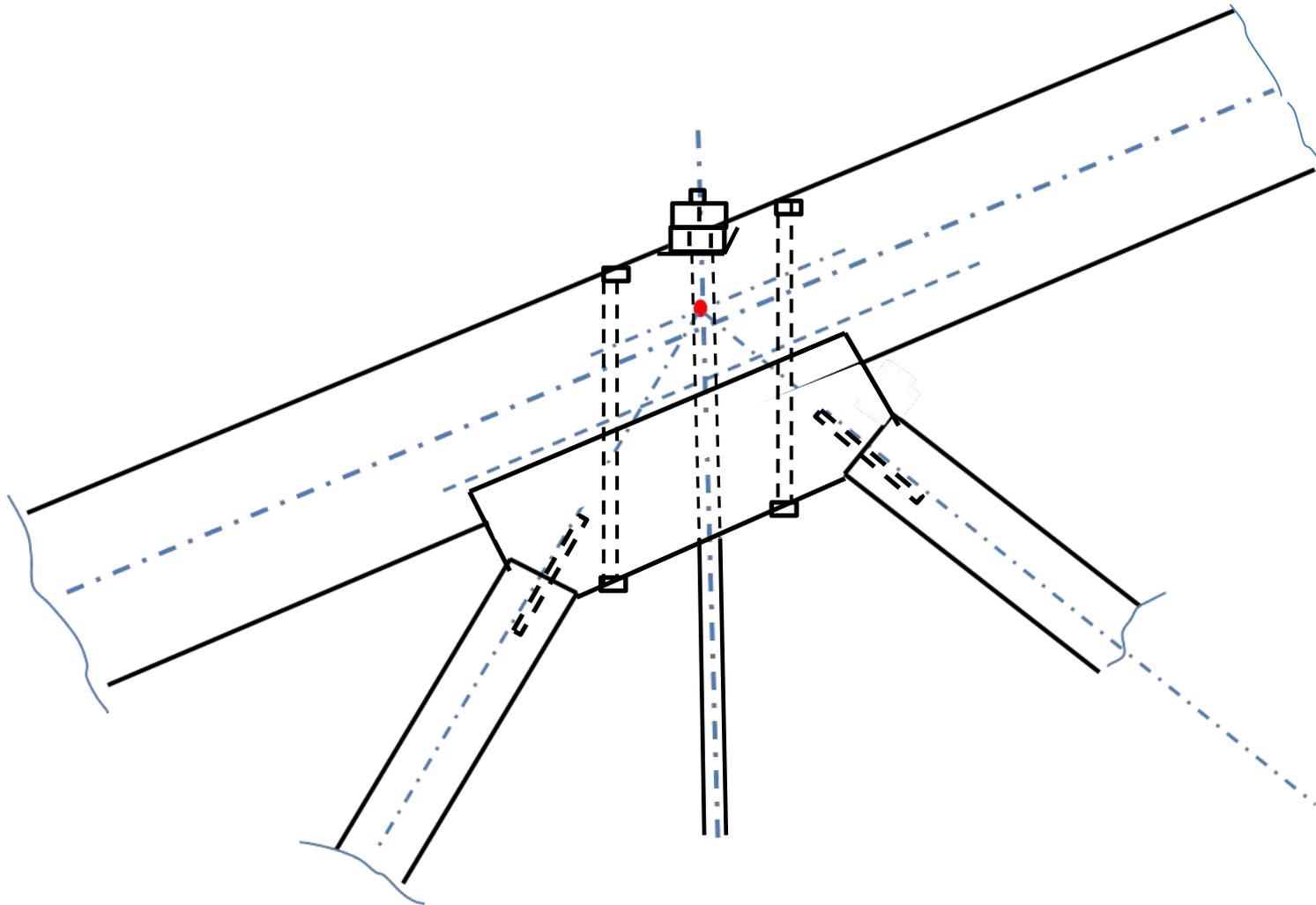
Встречный раскос



1. Центруем узел по оси ослабленного сечения, раскосы не доводим до пояса на 3-5 см



2. Конструируем опорную подушку, закладные штыри, чертим стойку с шайбой и гайками



Все узлы чертим на отдельной форматке А4 в масштабе 1:10 и вкладываем в записку (кроме того, они будут и на чертеже А1)

